



**UNIVERSIDAD DISTRITAL**  
**“Francisco José de Caldas”**  
**Facultad Tecnológica**  
**Tecnología Sistemas**  
**Eléctricos de media y baja**  
**tensión articulado por**  
**ciclos propedéuticos con**  
**Ingeniería Eléctrica por ciclos**

### 1. Información General

<b>Espacio Académico</b>	Sistemas Dinámicos			
<b>Pensum al que pertenece</b>	Nuevo			
<b>Código</b>	XXX-XXX			
<b>Tipo</b>	Espacio teórico-práctico			
<b>Área</b>	Básicas de Ingeniería			
<b>Créditos académicos</b>	<b>HTD</b>	<b>HTC</b>	<b>HTA</b>	<b>Horas/semana</b>
	4	2	3	9
	<b>3 créditos</b>			

### 2. Justificación

El avance de la electrónica ha hecho posible que se puedan manipular variables físicas en procesos industriales inimaginables hasta hace poco tiempo. La aplicación de la electrónica en conjugación con la teoría de modelado de sistemas dinámicos se constituye en el principal instrumento para los desarrollos actuales en automatización, siempre y cuando se traten procesos en lazo cerrado. El “Análisis de sistemas dinámicos” proporciona al estudiante las herramientas básicas para modelar el comportamiento de un proceso y las características dinámicas definidas por los elementos que lo constituyen, permitiendo determinar las acciones pertinentes para su manipulación, manejo y operación en condiciones de seguridad, de igual forma proporciona las herramientas para la implementación de sistemas de control simple, y la metodología para sistemas más complicados, que podrá aplicar más tarde en la industria.

### 3. Objetivos

- Introducir los conceptos de retroalimentación, regulación y/o control.
- Presentar al estudiante las herramientas de modelamiento de sistemas dinámicos lineales invariantes en el tiempo, necesarias para poder realizar simulaciones del comportamiento de procesos físicos.
- Presentar el comportamiento de sistemas de primer orden y de segundo orden.
- Determinar la estabilidad de los sistemas dinámicos lineales.
- Determinar la respuesta temporal de los sistemas dinámicos.

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”**  
**Facultad Tecnológica**

- Evaluar los efectos dinámicos por la introducción de diferentes factores que influyen en un sistema.

- Desarrollar habilidades en el estudiante para el uso de MatLab y Simulink en la simulación de sistemas dinámicos.

## 4. Requerimientos

Para el buen desarrollo del curso, se considera necesario que el estudiante tenga dominio de los temas estudiados en los espacios académicos de Circuitos I, Circuitos II, Circuitos III, Medidas Eléctricas e Instrumentación, Dispositivos Semiconductores, Física mecánica. Física Eléctrica, además de una base sólida en conocimientos de Álgebra Lineal, Cálculo diferencial e Integral y Ecuaciones Diferenciales.

## 5. Aspectos pedagógicos

La propuesta desarrollada por el grupo de docentes del proyecto curricular, partió del análisis de las características generales que debe poseer todo tecnólogo, como profesional en el sector eléctrico, además de los conocimientos específicos propios de la aplicación de su carrera que debe poseer todo ingeniero, y se encuentran detallados en el perfil profesional por créditos académicos.

Tales características, fusionadas al interior de los espacios académicos del plan de estudios son: Alto nivel de desarrollo de sus capacidades comunicativas, habilidades para definir problemas, recoger y evaluar información, y desarrollar soluciones reales y eficientes; capacidades para trabajar en equipo, habilidad para trabajar con otros; habilidad para utilizar todo lo anterior a fin de encarar problemas en el complejo mundo real.

Todos los espacios académicos del plan de estudios, al igual que éste, se consideran teórico-prácticos, sustentando esta dinámica en problemas o preguntas que el estudiante debe ir solucionando a lo largo de las 16 semanas de duración del semestre y de las cuales dará cuenta a través de parciales, el desarrollo de un prototipo y el control del mismo y prácticas en Matlab.

## 6. Descripción de créditos

Distribución de las actividades		Horas semanales	Horas semestre	Número de créditos
Clase presencial (trabajo directo)	Introducción de concepto Ejemplificación del contenido Realización de ejercicios y problemas Evaluación y Diagnóstico de conocimientos	4	64	3
Acompañamiento (trabajo cooperativo)	Talleres de simulación con Matlab Talleres extraclase Elaboración y control de prototipo	2	32	
Actividades extraclase (trabajo autónomo)	Lecturas previas Talleres y consultas extraclase Ejercicios	3	48	
<b>TOTAL</b>		9	144	

## 7. Competencias e indicadores

Nombre de la unidad temática	Competencias	Indicadores de idoneidad
------------------------------	--------------	--------------------------

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”**  
**Facultad Tecnológica**

Capítulo 1: Introducción.	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	Define y diferencia un sistema de control. Identifica los componentes básicos de un sistema de control. Comprende el concepto de realimentación y la incidencia que tiene en la estabilidad y la ganancia de un sistema. Maneja la transformada de Laplace para la solución de ecuaciones diferenciales
------------------------------	---	--

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”**  
**Facultad Tecnológica**

Nombre de la unidad temática	Competencias	Indicadores de idoneidad
		homogéneas.
Capítulo 2: Introducción a los sistemas dinámicos lineales y su análisis.	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	Entiende el concepto de función de transferencia. Maneja y concibe los diagramas de bloques y los diagramas de flujo de señal como herramientas algebraicas que facilitan el modelamiento de sistemas dinámicos complejos. Comprende las ventajas que tiene una representación de espacio estado de un sistema dinámico y la maneja.
Capítulo 3: Modelado matemático de sistemas físicos.	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	Plantea correctamente el modelo matemático de un sistema dinámico con componentes eléctricos. Formula adecuadamente el modelo matemático de un sistema de nivel de líquidos. Propone modelos matemáticos de sistemas dinámicos con amplificadores operacionales. Concibe de forma correcta el modelo matemáticos de sistemas mecánicos de traslación y mecánicos de rotación con y sin transductores mecánicos. Infiere cual es el modelo matemático que describe el comportamiento dinámico de un sistema térmico. Discierne cual es la herramienta idónea para plantear el modelo dinámico para cada caso en particular. Desarrolla y propone ejercicios básicos de modelado de sistemas.
Capítulo 4: Análisis de respuesta transitoria en sistemas de primer y segundo orden.	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	Entiende y argumenta las razones por las cuales se utilizan señales de pruebas típicas en el análisis de sistemas dinámicos. Identifica y aproxima el orden de un sistema dinámico a partir de su respuesta en el tiempo. Comprende y explica cuáles son los efectos que tiene en la respuesta de un sistema la adición de polo o de ceros. Entiende cual es la influencia de los parámetros $\xi$ y $\omega_n$ en la respuesta de un sistema de segundo orden. Analiza y comprende cuando un sistema puede considerarse como dominante de primer o segundo orden.
Capítulo 5: Sistemas realimentados simples.	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	Entiende cuando un sistema tiene error de estado estacionario. Comprende el concepto de estabilidad de los sistemas dinámicos y cuál es la relación entre estabilidad y polos de un sistema. Aplica adecuadamente los criterios de estabilidad de Routh-Hurwitz y el lugar geométrico de las raíces. Establece de acuerdo a criterios dados las zonas de estabilidad de un sistema dinámico lineal. Escoge y sintoniza adecuadamente un controlador para un sistema realimentado.

## 8. Contenido programático

	Semana /Sesión	Lineamientos	HSP	HSC	THS
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<u>1/1</u>	<b>Revisión histórica del control</b> <b>Conceptos iniciales</b> ¿Qué es control? Terminología Tipos de control Componentes básicos de un sistema de control Ejemplos de aplicaciones de sistemas de control Sistemas de control en lazo abierto versus sistemas de control en lazo cerrado Proceso de diseño de sistemas de control	2	1	3
	<u>1/2</u>	<b>Realimentación y sus efectos</b> Efecto de la realimentación en la ganancias global Efecto de la realimentación en la estabilidad Efecto de la realimentación en la sensibilidad Efecto de la realimentación en las perturbaciones externas o ruido	2	1	3
	<u>1/3</u>	<b>Ecuaciones Diferenciales</b> Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales Ecuaciones diferenciales no lineales Ecuaciones diferenciales de primer orden: Ecuaciones de estado <b>Transformada de Laplace</b> Definición Cálculo de transformadas de Laplace por definición	2	1	3
	<u>2/4</u>	Propiedades y teoremas importantes de la transformada de Laplace	2	1	3
	<u>2/5</u>	Transformada inversa de Laplace por expansión de fracciones parciales Tabla de transformada de Laplace Solución de Ecuaciones diferenciales lineales mediante transformada de Laplace	2	1	3
	<u>2/6</u>	Laboratorio 1	2	1	3
<b>Capítulo 2. INTRODUCCIÓN AL SISTEMAS DIFERENCIALES LINEALES</b>	<u>3/7</u>	<b>Respuesta de estado cero y de entrada cero</b> Sistemas continuos <b>Funciones de transferencia</b>	2	1	3
	<u>3/8</u>	<b>Diagramas de bloques</b> Álgebra de bloques Reducción de diagramas de bloques usando reglas	2	1	3
	<u>3/9</u>	<b>Representación en Ecuaciones de estado (Espacio Estado)</b>	2	1	3
	<u>4/10</u>	Laboratorio 2	2	1	3
	<u>4/11</u>	<b>Diagramas de flujo de señal</b> Terminología Álgebra de las gráficas de flujo de señales Regla de Mason y aplicación	2	1	3
	<u>4/12</u>	<b>Diagramas de estado</b> De ecuación diferencial al diagrama de estado De diagrama de estado a la ecuación de diferencia De diagramas de estado a las ecuaciones de estado y salida.	2	1	3

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”**  
**Facultad Tecnológica**

<u>5/13</u>	Laboratorio 3	2	1	3
<u>5/14</u>	<b>PRIMER PARCIAL</b>	2	1	3

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”**  
**Facultad Tecnológica**

	Semana / Sesión	Lineamientos	HSP	HSC	THS
<b>Capítulo 3. MODELADO MATEMÁTICOS DE SISTEMAS FÍSICOS</b>	<u>5/15</u>	<b>Introducción al modelado de sistemas</b> Conceptos preliminares <i>Sistemas, señales, modelos, construcción de los modelos matemáticos, clasificación de los modelos matemáticos, modelos matemáticos a utilizar.</i>	2	1	3
	<u>6/16</u>	<b>Modelado de sistemas de nivel de líquido</b> Sistemas de nivel de líquido acoplados	2	1	3
	<u>6/17</u>	<b>Modelado de sistemas eléctricos</b>	2	1	3
	<u>6/18</u>	Laboratorio 4	2	1	3
	<u>7/19</u>	<b>Modelado de amplificadores operacionales</b>	2	1	3
	<u>7/20</u>	<b>Modelado de sistemas mecánicos</b> Sistemas mecánicos de traslación	2	1	3
	<u>7/21</u>	Laboratorio 5	2	1	3
	<u>8/22</u>	Sistemas mecánicos de rotación	2	1	3
	<u>8/23</u>	Sistemas mecánicos de rotación que incluyen tren de engranajes Sistemas mixtos y transductores mecánicos.	2	1	3
	<u>8/24</u>	Laboratorio 6	2	1	3
	<u>9/25</u>	<b>Modelado de Sistemas Térmicos</b>	2	1	3
	<u>9/26</u>	<b>SEGUNDO PARCIAL</b>	2	1	3
	<b>Capítulo 4. ANÁLISIS DE RESPUESTA TRANSITORIA EN SISTEMAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN</b>	<u>9/27</u>	<b>Señales de prueba típicas</b> Respuesta transitoria y de estado estable <b>Respuesta al impulso de sistemas de primer orden</b>	2	1
<u>10/28</u>		<b>Respuesta al impulso de sistemas de segundo orden</b>	2	1	3
<u>10/29</u>		Laboratorio 7	2	1	3
<u>10/30</u>		<b>Respuesta al escalón de sistemas de primer orden</b> Caracterización de la respuesta transitoria a un sistema ante una entrada escalón unitario Constante de tiempo, tiempo de crecimiento y establecimiento Efecto de un polo adicional Efecto de un cero adicional en un sistema dominante de primer orden	2	1	3
<u>11/31</u>		<b>Respuesta al escalón de sistemas de segundo orden</b> Forma general de un sistema de segundo orden Respuesta subamortiguada Especificaciones de respuesta transitoria	2	1	3

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”**  
**Facultad Tecnológica**

	<u>11/32</u>	Laboratorio 8	2	1	3
--	--------------	---------------	---	---	---

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”**  
**Facultad Tecnológica**

	Semana / Sesión	Lineamientos	HSP	HSC	THS	
	<u>11/33</u>	Influencia de los factores $\xi$ y $\omega_n$ en la respuesta del sistema de segundo orden	2	1	3	
	<u>12/34</u>	Respuesta críticamente amortiguada Respuesta sobreamortiguada	2	1	3	
	<u>12/35</u>	Laboratorio 9	2	1	3	
	<u>12/36</u>	<i>Sistemas dominantes de primer y segundo orden</i>	2	1	3	
	<u>13/37</u>	Laboratorio 10	2	1	3	
<b>Capítulo 5. SISTEMAS REALIMENTADOS SIMPLES</b>	<u>13/38</u>	<b>Tipo de sistema y error de estado estacionario</b> Caso continuo Error de posición Error de velocidad Error de aceleración	2	1	3	
	<u>13/39</u>	<b>Estabilidad y criterios de estabilidad en sistemas continuos</b> Estabilidad y polos Arreglo y criterio de Routh-Hurwitz	2	1	3	
	<u>14/40</u>	Laboratorio 11	2	1	3	
	<u>14/41</u>	Criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz para casos especiales Estabilidad relativa Diseño de estabilidad por medio del criterio de Routh-Hurwitz	2	1	3	
	<u>14/42</u>	Lugar geométrico de las raíces - Región de diseño (controlador proporcional) Región de estabilidad Región de tiempo máximo de establecimiento o asentamiento Región de frecuencia máxima de oscilación Región de máximo sobreimpulso Diseño para errores de posición Diseño para minimización del tiempo de levantamiento	2	1	3	
	<u>15/43</u>	Laboratorio 12	2	1	3	
	<u>15/44</u>	<b>Análisis y Diseño de controladores Continuos en el dominio del tiempo</b> Clasificación de los controladores clásicos. Acción de control de dos posiciones (On-Off) Acción de control Proporcional	2	1	3	
	<u>15/45</u>	Acción de control Integral Acción de control Derivativa Acción de control Proporcional Integral Acción de control Proporcional Derivativa	2	1	3	
	<u>16/46</u>	Laboratorio 13	2	1	3	
	<u>16/47</u>	Acción de control Proporcional Integral Derivativa Implementación analógica de un PID Modificaciones del Algoritmo PID Fenómenos de saturación o Wind-up Antiwind-up	2	1	3	
	<u>16/48</u>	Laboratorio 14	2	1	3	
			<b>TERCER PARCIAL</b>			

Tecnología en Sistemas Eléctricos de Media y Baja Tensión articulado por ciclos propedéuticos con Ingeniería Eléctrica 2016-I 96 48 144

## 9. Estrategias de evaluación

Parciales	X	Talleres, tareas y otros	
Prácticas de laboratorio	X	Proyectos	X

## 10. Valoración de las estrategias de evaluación

	Estrategia	Porcentaje	Temas a evaluar	Fecha
<b>1ª Nota</b>	Parcial 1	30%	Introducción, Capítulos 1 y 2.	
<b>2ª Nota</b>	Parcial 2	35%	Capítulos 3	
<b>3ª Nota</b>	Parcial 3	35%	Capítulos 4 y 5.	

## 11. Bibliografía y demás fuentes de documentación

1. Rairán Antolines, José Danilo. Análisis de sistemas dinámicos y control PID. 2007.
2. Kuo, Benjamín. Sistemas de control Automático. Séptima edición. Prentice Hall
3. Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna. Tercera edición. Prentice Hall
4. Aldo Prado, Jorge L. Diaz. Fundamentos en sistemas de control automático. Primera edición. Universidad de Pamplona.
5. Lewis, Paul H., Yang, Chang. Sistemas de Control en Ingeniería. Prentice Hall.
6. CHEN, CHI-TSONG. Analog and digital control systems design. Editorial Saunders College Publishing, 1993
7. FRANKLIN, GENE – POWEL, DAVID. Digital control of dynamic systems. Second Edition, 1992

### TEXTOS COMPLEMENTARIOS

1. Gomáriz, Spartacus; Biel, Domingo. Teoría de control. Diseño electrónico. Ediciones UPC. 2ª. edición. Barcelona
2. W. Bolton. Ingeniería de Control. 2ª. Edición. Alfaomega, 2001. México.
3. Ogata, Katsuhiko. Solving Control Engineering problems with Matlab. Matlab Curriculum Series.
4. Dukkipati, Rao V. Analysis and Design of Control Systemas Using Matlab. New Age International Publishers. 2006.
5. Xue, Dingyü; Chen YangQuan. Linear Feedback Control. Analysis and Design with Matlab. Siam, Society for Industrial and Appeld Mathematics. Philadelphia, 2007.
6. Libro Blanco del Control Automático. CEA, Comité Español de Automática.

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”  
Facultad Tecnológica**

España, 2009.